
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2015/2016

December 2015 / January 2016

EME 431 – Refrigeration & Air Conditioning
[Penyejukan & Penyamanan Udara]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this paper contains **EIGHT** printed pages, **TWO** pages Appendix and **SIX** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN** mukasurat beserta **DUA** mukasurat Lampiran dan **ENAM** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

Appendix/Lampiran:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. LiBr-H ₂ O Diagrams/ <i>Gambarajah LiBr-H₂O</i> | [1 page /mukasurat] |
| 2. Psychrometrics Chart | [1 page /mukasurat] |

INSTRUCTIONS : Answer **FIVE** questions.

*[**ARAHAN :** Jawab **LIMA** soalan sahaja.]*

Answer questions in English OR Bahasa Malaysia.

[Jawab soalan dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia.]

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan bagi setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

NOTE :

Provided: Thermodynamic Properties Booklet

Dibekalkan: Buku Sifat-Sifat Termodinamik

Q1. [a] List FIVE applications for each process:

Senaraikan LIMA applikasi untuk setiap proses:

[i] refrigeration; and
penyejukan; dan

(25 marks/markah)

[ii] air conditioning.
penyaman udara.

(25 marks/markah)

[b] Sketch the vapour compression refrigeration cycle, and name the four main components. Then plot the T-s and P-h diagrams of this cycle; and name the processes.

Lakarkan kitar pemampatan wap, namakan empat komponen utama. Kemudian plot gambar rajah T-s dan P-h kitar ini, dan namakan proses-proses.

(50 marks/markah)

Q2. As a mechanical engineer, you were asked to design a simple conventional vapour compression refrigeration system using R134a that operates at ambient and cooling temperatures of 30°C and 0°C, respectively.

Sebagai seorang jurutera mekanik, anda diminta merekabentuk sebuah kitar mampatan wap mudah menggunakan R134a yang beroperasi pada suhu ambien 30 °C, dan suhu penyejukan 0 °C.

[a] Propose the minimum pressures for condenser and the maximum pressure for evaporator. Justify your answers.

Cadangkan tekanan minimum untuk pemeluwap dan tekanan maksimum penyejat. Berikan justifikasi jawapan anda.

(40 marks/markah)

- [b] Based on your suggestions in Q2[a], if the mass flow rate of the R134a refrigerant is 0.35kg/s, calculate the refrigerating capacity, power required and COP of the system.

Berdasarkan cadangan anda di S2[a], jika kadar alir jisim penyejut R134a ialah 0.35kg/s, kirakan keupayaan penyejukan, kuasa yang perlu dan pekali prestasi sistem.

(60 marks/markah)

- Q3. [a] A vapor absorption refrigeration system uses LiBr-H₂O with the following data:

Satu sistem penyejuk wap penyerapan menggunakan LiBr-H₂O dengan data berikut:

- Absorber temperature 30°C
Suhu penyerap 30°C
- Generator temperature 90°C
Suhu penjana 90°C
- Condenser temperature 40°C
Suhu pemeluwap 40°C
- Evaporator temperature 10°C
Suhu penyejat 10°C
- Flow rate of absorber solution 1.5 kg/s
Kadar alir larutan penyerap 1.5 kg/s

Calculate:

Kirakan:

- [i] the coefficient of performance, and
pekali prestasi, dan
- [ii] the ideal coefficient of performance.
pekali prestasi unggul.

(70 marks/markah)

...4/-

- [b] With the aid of a diagram, explain ONE of the multistage low temperature refrigeration systems.

Dengan bantuan gambarajah, terangkan salah SATU sistem penyejuk pelbagai peringkat suhu rendah.

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Briefly explain the importance of thermal comfort and list **THREE** factors that engineers can design to control it.

Terangkan dengan ringkas kepentingan keselesaan terma dan senaraikan TIGA faktor bagaimana jurutera boleh merekabentuk bagi mengawalnya.

(20 marks/markah)

- [b] Explain the differences between the combinations of two cooling load calculation methods below:

Jelaskan perbezaan-perbezaan di antara dua kombinasi kaedah-kaedah pengiraan beban penyamanan seperti berikut:

- [i] **Heat balance (HB) and Resistance time series (RTS).**

Imbangan haba (HB) dan Siri masa rintangan (RTS)

- [ii] **Total equivalent temperature difference and Time averaging (TETD/TA).**

Jumlah beza suhu setara dan Purata masa (TETD/TA).

(30 marks/markah)

[c] A lecture room is to be designed for air conditioning as follows:

Designed condition: 20°C, $w = 0.0075$ kg/kg dry air

Outside air condition: 33°C, 80% Relative Humidity

Sensible Cooling Load = 20 kW

Latent Cooling Load = 5 kW

Supplied air contains 20% fresh air from outside

Supplied air temperature = 15°C

Cooler efficiency (contact factor) = 80%.

Assume that specific humidity is constant after the cooling coil.

Sebuah bilik kuliah direkabentuk bagi penyamanan udara seperti berikut:

Keadaan rekabentuk: 20°C, $w = 0.0075$ kg/kg udara kering

Keadaan udara luar: 33°C, 80% Kelembapan Bandingan

Beban Penyamanan Deria = 20 kW

Beban Penyamanan Terlakur = 5 kW

Udara yang disalur mengandungi 20% udara segar dari luar

Suhu udara disalur = 15°C

Keberkesanan penyaman (faktor sentuh) = 80%.

Andaikan bahawa kelembapan spesifik adalah malar selepas gegelung penyaman.

Using a psychrometric chart, calculate:

Dengan menggunakan carta psikrometri, kirakan:

[i] Mass flow rate of the supplied air, m_a

Kadar aliran jisim udara disalur, m_a

[ii] Temperature of the air after the cooling coil

Suhu udara selepas gegelung penyaman

[iii] Refrigeration capacity (cooling coil load)

Kapasiti penyejukan (beban gegelung penyaman)

[iv] Heating capacity (ducting load).

Kapasiti pemanasan (beban saluran).

(50 marks/markah)

- Q5. [a] Discuss the significance of indoor air quality and recommend FOUR solutions to improve it.**

Bincangkan keutamaan kualiti udara dalaman dan usulkan EMPAT penyelesaian bagi memperbaikinya.

(50 marks/markah)

- [b] An HVAC ducting system for a factory is designed as in Figure Q5[b]. The frictional pressure drop per unit length ($\Delta p/m$) is maintained at 0.8 Pa/m throughout the ducting system. The diameters of each ducting section are as follows:**

Sistem saluran HVAC sebuah kilang direkabentuk sepertimana dalam Rajah S5[b]. Kehilangan tekanan akibat geseran per unit jarak ($\Delta p/m$) adalah tetap pada 0.8 Pa/m sepanjang sistem saluran tersebut. Diameter setiap seksyen saluran adalah seperti berikut:

A-B: 675mm

B-H: 450mm

B-C: 525mm

C-G: 375mm

C-D: 450mm

D-F: 375mm

D-E: 375mm.

Given that the pressure drop due to velocity, $p_v = 0.5\rho v^2$, pressure losses due to fittings = $C_d p_v$, coefficient of friction loss, $C_d = 0.25$ for all elbows and tees, and density of air, $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$, calculate the sectional pressure losses and the total pressure loss at the AHU.

Diberi bahawa kejatuhan tekanan disebabkan halaju, $p_v = 0.5\rho v^2$, kehilangan tekanan akibat perkakasan = $C_d p_v$, pekali kehilangan akibat geseran, $C_d = 0.25$ bagi setiap sesiku dan simpang-T, dan ketumpatan udara, $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$, kirakan kehilangan tekanan setiap seksyen dan jumlah kehilangan tekanan pada AHU.

(50 marks/markah)

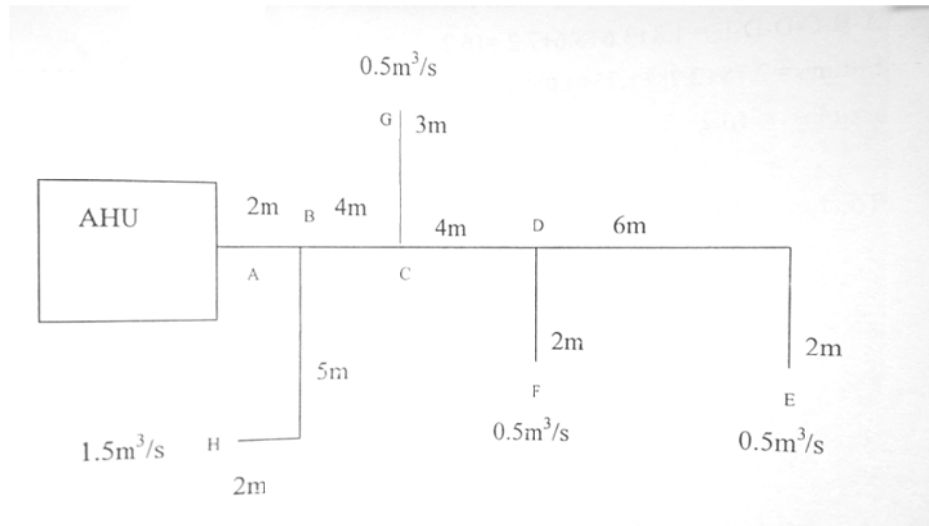


Figure Q5(b)
Rajah S5[b]

- Q6. [a] Discuss how you would design an air conditioning system of an office consisting of five executive rooms, a meeting room, a pantry, a store, a printing room, a water closet, a reception space and a cubicle for up to 12 administrative staff.**

Given that the overall dimension of the office is 40m long and 15m wide, propose a conceptual layout indicating the type of air conditioning system for each area.

Bincangkan bagaimana anda akan merencanakan sistem penyamanan udara sebuah pejabat yang mempunyai lima bilik eksekutif, sebuah bilik mesyuarat, sebuah pantri, sebuah stor, sebuah bilik cetak, sebuah bilik air, sebuah ruang tamu serta sebuah kubikel bagi maksima 12 staf pentadbiran.

Diberi bahawa dimensi keseluruhan pejabat tersebut ialah 40m panjang dan 15m lebar, cadangkan sebuah susun atur konseptual dengan menunjukkan jenis sistem penyamanan udara bagi setiap kawasan.

(50 marks/markah)

- [b] Evaluate how awareness on energy efficient rating (EER) system would influence the consumer's choice before purchasing electrical appliances especially air conditioning unit.

Predict their reaction with the escalating electricity tariff that we currently practise in Malaysia as shown in Table Q6[b].

Nilaikan bagaimana kesedaran terhadap sistem penarafan keberkesanan tenaga (EER) dapat mempengaruhi pilihan pengguna sebelum membeli peralatan elektrik terutamanya alat penyaman udara.

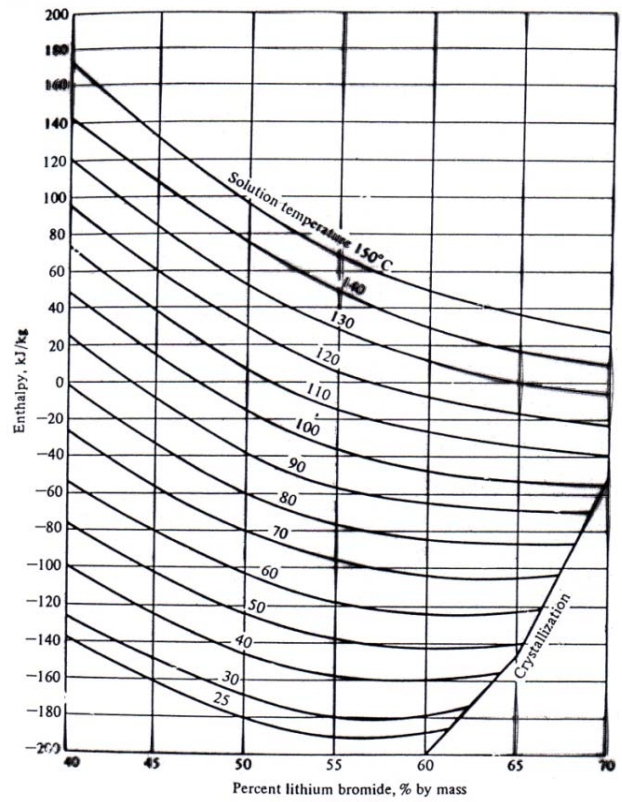
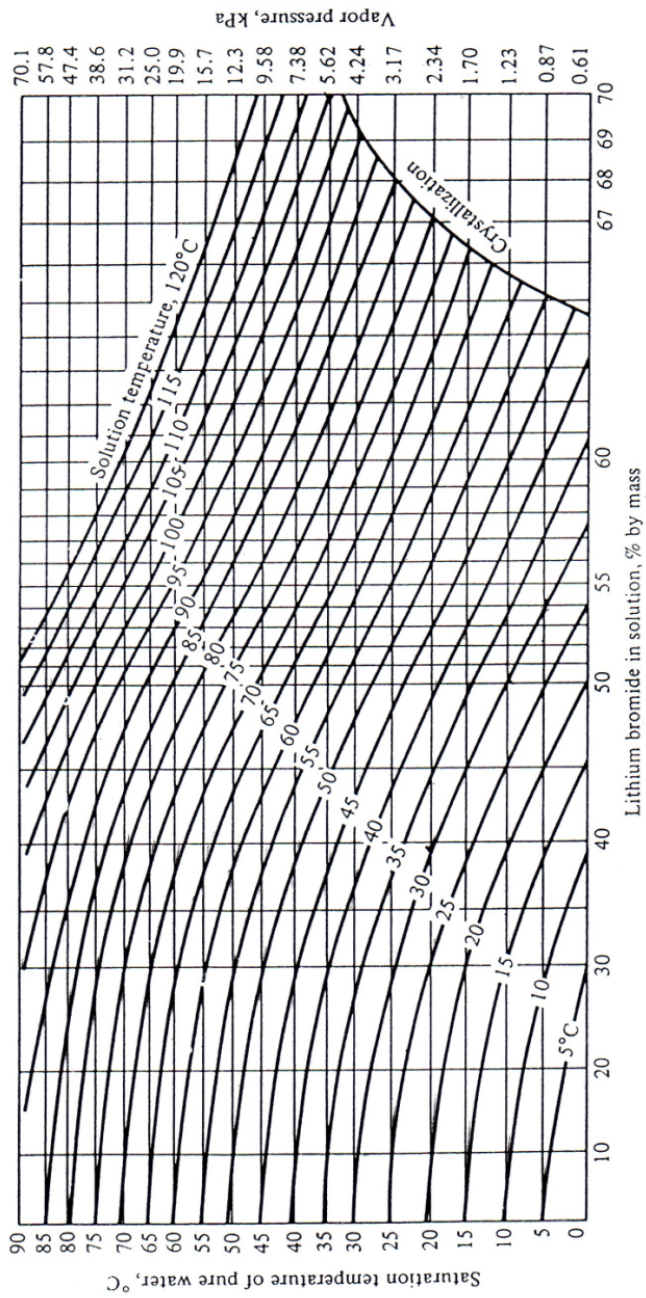
Ramalkan bagaimana reaksi mereka terhadap tarif elektrik menaik yang diamalkan sekarang di Malaysia seperti di dalam Jadual S6[b].

(50 marks/markah)

Table Q6[b]
Jadual S6[b]

| Electricity used <i>Penggunaan elektrik (kWh)</i> | Tariff rates <i>Kadar tarif (sen/kWh)</i> |
|---|---|
| 1 – 200 | 21.80 |
| 201 – 300 | 33.40 |
| 301 – 600 | 51.60 |
| 601 – 900 | 54.60 |
| 901 and above/ <i>dan ke atas</i> | 57.10 |

APPENDIX 1 LAMPIRAN 1



[EME 431]

APPENDIX 2
LAMPIRAN 2
Psychrometrics